



Ministério da Educação – Brasil
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Minas Gerais – Brasil
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas
ISSN: 2238-6424
QUALIS/CAPES – LATINDEX
Nº. 22 – Ano XI – 10/2022
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

Influência do tempo de fotoativação no grau de conversão e na resistência coesiva de resinas compostas vencidas

Ricardo Lopes Rocha
Doutor em Odontologia pela UFVJM
<http://lattes.cnpq.br/6311355144543339>
E-mail: ricardo.lopes@ufvjm.edu.br

Cíntia Tereza Pimenta de Araújo
Doutora em Clínica Odontológica, área de
concentração: Dentística
<http://lattes.cnpq.br/6616674501832469>
E-mail: cintia.pimenta@ufvjm.edu.br

Marcos Luciano Pimenta Pinheiro
Mestre e Doutor em Farmacologia, Anestesiologia e Terapêutica
<http://lattes.cnpq.br/3649352974642750>
E-mail: marcospimenta@ufvjm.edu.br

Fernanda Guerra Lima Medeiros Borsagli
Doutorado e Mestrado em Engenharia Metalúrgica, Materiais e Minas pela UFMG
na área de Ciência e Engenharia de Materiais, Engenheira de Materiais pelo
CEFET-MG
<http://lattes.cnpq.br/5443213142115433>
E-mail: fernanda.borsagli@ufvjm.edu.br

Cristina Pereira Isolan
Doutorado em Odontologia
<http://lattes.cnpq.br/9062624983193943>
E-mail: cristina.isolan@ufvjm.edu.br

Naira da Silva Borges
Graduada em Odontologia pela UFVJM
<http://lattes.cnpq.br/9734925424558353>
E-mail: nairasborges93@gmail.com

Marcos de Assis Rabelo
Graduado pela UFVJM
Especialista em harmonização orofacial pelo Cetro-BH
<http://lattes.cnpq.br/3679226103414659>
E-mail: marcosassis.rabelo@gmail.com

Resumo: Introdução: resinas compostas com prazo de validade vencido podem ter suas propriedades físicas e mecânicas alteradas, comprometendo seu comportamento clínico. Porém, na prática odontológica, muitas vezes, a embalagem com o material não é totalmente consumida antes do prazo de validade estabelecido pelo fabricante, causando desperdícios e danos. Objetivo: este estudo verificou o desempenho de resinas micro híbridas comerciais vencidas utilizando o grau de conversão (GC) e a resistência coesiva (RC) como parâmetros para determinar alterações nas propriedades dessas resinas. Materiais e métodos: Duas resinas compostas comerciais foram testadas em diferentes tempos de fotoativação, dentro e após o prazo de validade. Foram utilizados bastões confeccionados com matriz de silicone pré-fabricada nas dimensões de 1x1x7 mm. As variáveis analisadas foram o prazo de validade vencido, em três níveis (no prazo, seis meses e um ano após o vencimento) e o tempo de fotoativação em dois níveis: 40 e 80 segundos, utilizando n=10, num total de 60 amostras para cada resina para os testes de resistência realizados em uma máquina de testes universal. O GC foi medido cinco vezes em porções de cada resina em cada período de validade, antes e após a fotoativação, em espectrômetro infravermelho com transformada de Fourier. Resultados: não houve diferenças significativas nas médias de RC e GC de ambas as resinas estudadas, seja durante o prazo de validade ou após o vencimento. Em relação ao tempo de fotoativação, também não houve diferença significativa. Conclusão: duplicar o tempo de fotoativação não influencia a RC ou o GC das resinas testadas dentro ou fora do prazo de validade.

Palavras-chave: Resistência Coesiva, Resinas Compostas, Resistência de Materiais, Fotoativação, Prazo de Validade.

Introdução

Devido à ampla gama de resinas compostas disponíveis no mercado, existem resinas com diferentes tonalidades e propriedades óticas que permitem mimetizar a estrutura dentária (RICCI e FAHL, 2023; PARYAG, 2016; FERRACANE, 1995) com elevados padrões estéticos (PARYAG, 2016; SANTOS et al, 2003; ROBINSON et al, 1998) e mecânicos (WANG et al, 2018). Porém, apenas uma pequena quantidade de material de cada tubo é utilizada por vez, o que faz com que o material expire sua vida útil, antes mesmo do consumo completo dos tubos (FERRACANE et al, 1997). A expiração do prazo de validade pode causar alterações na estrutura química de resinas, comprometendo o processo de polimerização e levando a alterações nas propriedades da resina composta (NAGAOKA, BISHOP e ROBERTS, 2020). Nesse contexto, testes de resistência coesiva máxima (RC) são eficientes para prever o desempenho estrutural de um material (NAYF et al, 2007; BORGES et al, 2012; YOSHIDA et al, 2002). Em relação ao grau de conversão (GC), ele pode diminuir devido até o vencimento do prazo de validade, e como o tempo de fotoativação é um dos fatores que influenciam positivamente no aumento da GC de uma resina composta (TSUZUKI et al, 2020; RUEGGERBERG, CAUGHMAN e CURTIS, 1994), levanta-se a hipótese de que o aumento do tempo de fotoativação possa melhorar o desempenho físico-químico e propriedades mecânicas de resinas compostas com prazo de validade vencido. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do vencimento do prazo de validade e do aumento do tempo de fotoativação no GC e RC de duas resinas compostas comerciais.

Materiais e métodos

Foram utilizadas duas resinas compostas comerciais: Z100® cor A3.5 (3M ESPE Minnesota, Estados Unidos) e Brilliant® cor B1 (Coltene Altstätten, Suíça). O estudo foi realizado utilizando os mesmos lotes de materiais restauradores investigados em todos os tempos estudados (dentro do prazo de validade, vencido há seis meses e um ano após o vencimento). Durante esse período, os mesmos tubos foram armazenados sob refrigeração conforme recomendações do fabricante, em temperaturas semelhantes (de 0°C a 4°C), em locais secos e sem exposição à luz. Os grupos de estudo para melhor compreensão, são mostrados na Figura 1.

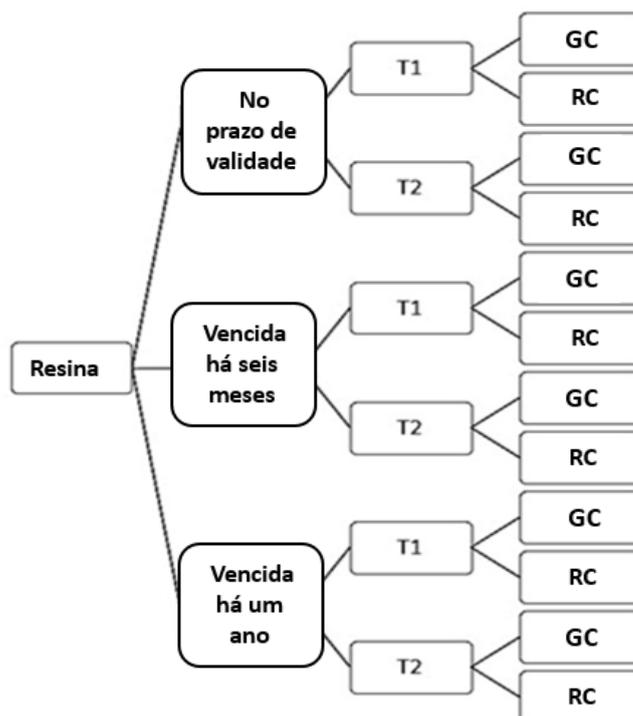


Figura 1: Fatorial dos grupos de estudo - T1: fotoativação por 40 segundos; T2: fotoativação por 80 segundos; GC: grau de conversão; RC: resistência coesiva.

Resistência coesiva (RC)

Para avaliar a RC, foram confeccionados corpos de prova em forma de bastões medindo 1mm (espessura) x 1mm (largura) x 7mm (comprimento), utilizando moldes de silicone de adição padronizados (Aquasyl, Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) utilizando uma matriz pré-fabricada de Teflon. Para o preparo dos corpos de prova, as resinas compostas foram retiradas da geladeira até atingirem a temperatura ambiente. Os corpos de prova foram confeccionados aleatoriamente, e os nomes das resinas e os tempos de fotoativação foram codificados e mantidos em envelopes opacos separados para serem sorteados no momento da confecção dos corpos de prova. Uma porção de cada resina composta foi inserida dentro do molde de silicone; sobre esta porção foi colocada uma tira de poliéster (K Dent-Quimidrol®) para evitar a inibição da reação de polimerização pelo oxigênio e sobre ela uma lâmina de vidro com 1mm de espessura, para regularizar a superfície e padronizar a distância (1mm) entre a ponta do dispositivo de cura e a superfície da resina.

Foram confeccionados 60 bastões, sendo 20 confeccionados com a resina composta dentro do prazo de validade (V), 20, com a resina composta seis meses

após esse prazo (E1) e 20, com a resina composta vencida há um ano (E2). Para cada grupo, 10 bastões foram fotoativados por 40 segundos (T1) e outros 10, por 80 segundos (T2), o dobro do tempo T1 (Figura 1). A fotoativação dos bastões foi realizada por meio de aparelho de luz LED (LD Max - Gnatus), com irradiância mínima de 600 mW/cm^2 , verificada por um radiômetro (Ecel Indústria e Comércio Ltda., São Paulo, Brasil). As medidas dos bastões, após fotoativação, foram verificadas com auxílio de paquímetro digital (Mitutoyo Sul Americana, São Paulo, Brasil) e armazenadas por 24 horas, protegidas da luz e em temperatura ambiente até serem submetidas ao teste de RC.

Para a realização do teste de RC, os palitos de cada grupo foram fixados nas duas extremidades em um aparelho de Geraldelli com adesivo à base de cianoacrilato (Super Bonder gel, Henkel Loctite®, Itapevi, SP, Brasil) e adaptado em uma máquina de ensaios universal modelo EZTest-L (Shimadzu Corporation, Tóquio, Japão). O teste foi realizado a uma velocidade constante de 0,5 mm por minuto até a falha. Os valores obtidos foram transformados em MPa para obtenção do RC.

Grau de conversão (GC)

Para medir o grau de conversão, porções das resinas compostas foram colocadas em uma matriz adaptada ao aparelho de um espectrômetro infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) (Nicolet 6700 Thermo Fisher, Waltham, MA, EUA) por refletância total atenuada (ATR) em faixa de comprimento de onda de 675 a 4000 cm^{-1} , com auxílio do programa Spectrum (Perkin Elmer).

Foi realizada uma leitura inicial (*baseline*) da resina composta não polimerizada para cada amostra e depois, após a polimerização, para cada prazo de validade e tempo de fotoativação conforme os grupos de estudo (Figura 1). Esse procedimento foi repetido cinco vezes para obtenção de uma média do GC para cada grupo, conforme diagrama da Figura 1.

A primeira leitura da resina não polimerizada fornece os valores das áreas correspondentes às bandas dos anéis aromáticos e alifáticos anteriores à polimerização do material em estudo (leitura do monômero). A varredura foi calibrada usando resolução de 4 cm^{-1} e espectros coletados na faixa de 1665 a 1580 cm^{-1} . O cálculo do GC foi baseado na proporção entre as ligações duplas do carbono

alifático (C=C) e do carbono aromático, respectivamente nos estados polimerizado e não polimerizado. Durante a reação de polimerização, a absorvância das ligações duplas do carbono aromático permanece constante, enquanto a quantidade de ligações duplas alifáticas diminui. A ligação dupla do carbono alifático absorve energia no comprimento de onda de 1.638 cm^{-1} , enquanto a ligação aromática absorve energia no comprimento de onda de 1.608 cm^{-1} (FERRACANE e GREENER, 1984).

A intensidade corrigida dos picos observados nos comprimentos de onda 1638 e 1608 cm^{-1} foram utilizadas na seguinte fórmula: $R = \text{intensidade em } 1638 \text{ cm}^{-1} / \text{intensidade em } 1608 \text{ cm}^{-1}$. Assim, o GC foi obtido usando a equação:

$$\text{GC(\%)} = [1 - \{ A_{1638} / A_{1608} \} \text{ curada} / \{ A_{1638} / A_{1608} \} \text{ não curada}] \times 100$$

Onde A_{1638} é o valor de absorvância na faixa de comprimento de onda de 1638 cm^{-1} , correspondente às ligações C=C presentes na amostra; A_{1608} , valor de absorvância na faixa de comprimento de onda de 1608 cm^{-1} , correspondente às ligações C-C presentes na amostra. A relação foi realizada entre amostras polimerizadas e não polimerizadas.

Análise estatística

Os dados foram tabulados e analisados pelo método ANOVA e teste t de Student para amostras independentes, utilizando a metodologia de Tukey no programa SPSS versão 20.0 com nível de significância de 95%.

Resultados

Para ambas as resinas compostas analisadas (Z100® e Brilliant®), não houve diferenças estatisticamente significativas entre os valores médios de RC das resinas compostas dentro do prazo de validade (V), expiradas há seis meses (E1) ou expiradas há um ano (E2), fotoativadas por 40 segundos (T1) ou pelo dobro deste tempo – 80 segundos (T2) (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1: Resultados de RC da resina composta Z100, comparando os dois tempos de fotoativação e os diferentes prazos de validade, obtidos através do software Origin 8.1, método basal.

	V		E1		E2		Valor de p
	n	RC (Dp)	n	RC (Dp)	n	RC (Dp)	
Tempo 1	8	54.47 (21.77)	8	49.35 (16.35)	9	68.89 (15.03)	0.084
Tempo 2	10	63.11 (9.06)	10	55.50 (17.03)	10	59.49 (22.67)	0.618
Valor de p		0.270		0.450		0.298	

Legenda: V: resina composta dentro do prazo de validade; E1: resina composta seis meses após o vencimento; E2: resina composta vencida há um ano; RC: Resistência coesiva; Dp: desvio padrão.

Tabela 2: Resultados de CS da resina composta Brilliant, comparando os dois tempos de fotoativação e os diferentes prazos de validade, obtidos através do software Origin 8.1, método basal.

	V		E1		E2		Valor de p
	n	RC (Dp)	N	RC (Dp)	N	RC (Dp)	
Tempo 1	10	50.19 (17.17)	10	54.13 (8.51)	9	59.13 (16.79)	0.424
Tempo 2	10	53.66 (14.03)	10	61.54 (22.16)	10	60.93 (11.69)	0.506
Valor de p		0.626		0.337		0.792	

Legenda: V: resina composta dentro do prazo de validade; E1: resina composta seis meses após o vencimento; E2: resina composta vencida há um ano; RC: Resistência coesiva; Dp: desvio padrão

Grau de conversão

Semelhante aos resultados obtidos pela análise de RC, as médias dos valores de GC também não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em ambas as comparações (prazos de validade e tempos de fotoativação) (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3: Resultados de DC da resina composta Z100, comparando os diferentes tempos de fotoativação e os diferentes prazos de validade, obtidos através do software Origin 8.1, método basal.

	V	E1	E2	
	GC (Dp)	GC (Dp)	GC (Dp)	Valor de p
Tempo 1	54.47 (21,78)	49.35 (16.36)	68.89 (15.03)	0.084
Tempo 2	63.11 (9,06)	55.50 (17.03)	59.49 (22.67)	0.618
Valor de p	0.270	0.449	0.298	

Legenda: V: resina composta dentro do prazo de validade; E1: resina composta seis meses após o vencimento; E2: resina composta com um ano de validade; GC: grau de conversão; Dp: desvio padrão

Tabela 4: Resultados de DC da resina composta Brilliant, comparando os diferentes tempos de fotoativação e os diferentes prazos de validade, obtidos através do software Origin 8.1, método basal.

	V	E1	E2	
	GC (Dp)	GC (Dp)	GC (Dp)	Valor de p
Tempo 1	50.19 (17.18)	54.13 (8.52)	59.13 (16.79)	0.424
Tempo 2	53.66 (14.03)	61.54 (22.17)	60.94 (11.69)	0.506
Valor de p	0.627	0.344	0.792	

Legenda: V: resina composta dentro do prazo de validade; E1: resina composta seis meses após o vencimento; E2: resina composta com um ano de validade; GC grau de conversão; Dp: desvio padrão

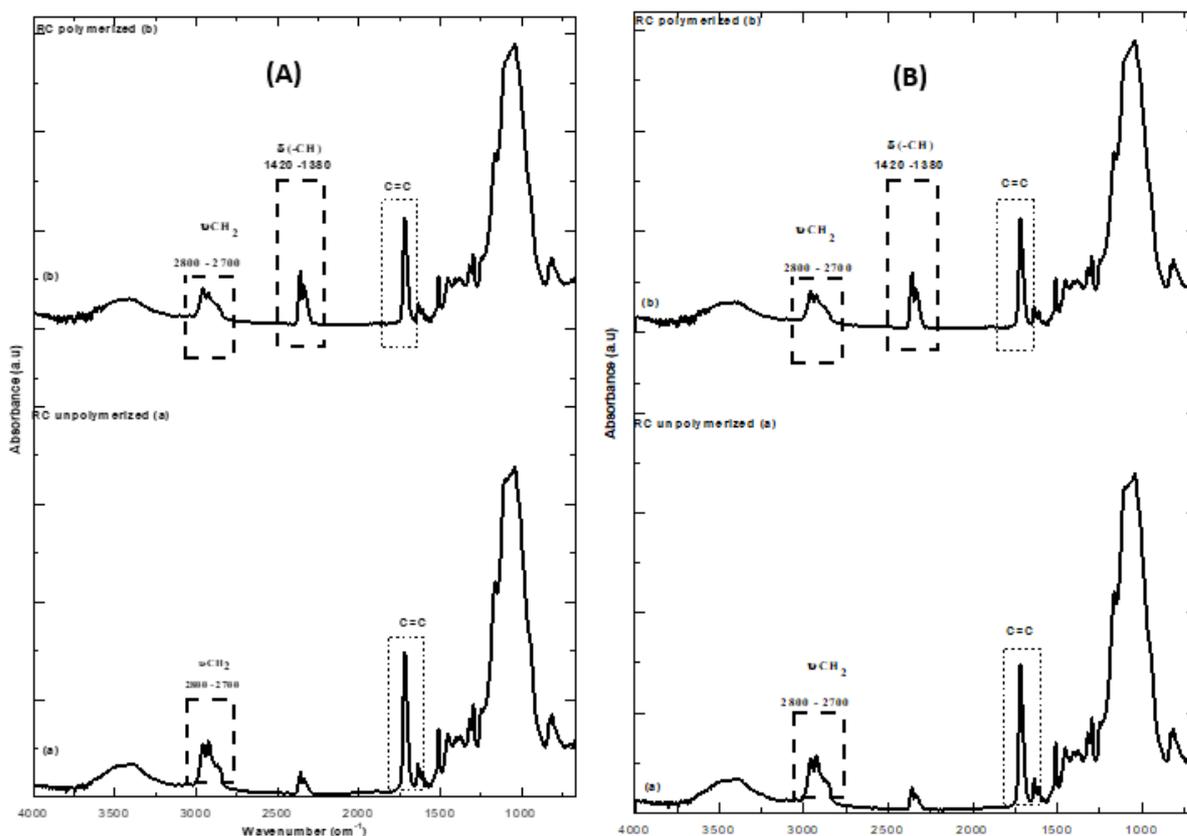


Figura 2 – Exemplos de espectros de infravermelho das resinas compostas Z100 (A) e Brilliant (B). Em cada figura, observe, acima, o espectro característico das resinas ‘polimerizadas e abaixo, das resinas não polimerizadas

Discussão

A hipótese levantada neste trabalho é que resinas compostas com prazo de validade vencido poderiam apresentar menores valores de RC e menores valores de GC. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do prazo de validade e do aumento do tempo de fotoativação nas propriedades citadas.

Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas ao comparar os valores obtidos nas propriedades avaliadas, quando fotoativadas por 40 ou 80 segundos, discordando de estudos anteriores (FERRACANE et al, 1997; DARONCH, RUEGGERBERG e DE GOES, 2005), que relataram melhorias nas propriedades analisadas quando o GC aumentou nas resinas compostas avaliadas pelos autores.

A resistência máxima à tração (UTS) é uma propriedade física que apresenta a máxima resistência à tração coesiva (RC) (NAYIF et al, 2007) e pode

prever seu desempenho estrutural do material ou restauração em um ambiente clínico (BORGES et al, 2012), razão pela qual, esta propriedade foi selecionada para este estudo.

A estabilidade química dos materiais restauradores é influenciada pela GC dos monômeros, e a presença de monômeros não convertidos atua como plastificante da matriz da resina composta e pode influenciar nas propriedades mecânicas do material (AZIZ, 2019). Vale ressaltar que a cinética da reação de polimerização influencia diretamente o GC.

Portanto, mesmo com ligeiro aumento na GC, houve aumento na formação de reticulações (redes poliméricas), associado ao aumento do tempo de exposição à luz, o que favoreceu a cinética de cura, levando a uma maior reticulação. Porém, a ação pode ter ocorrido de forma menos significativa devido ao fato das cadeias provavelmente não estarem mais presentes em seu estado natural e já terem passado por um processo de cura sem ação da luz polarizada ou por alguma degradação, proporcionando alterações na cinética de polimerização. Entretanto, deve-se ressaltar que parâmetros como o tempo de exposição das resinas compostas à luz visível afetam significativamente os resultados (UNSAI e KARAMAN, 2022; HASS et al, 2013).

No presente estudo foi interessante observar que a média do GC foi um pouco menor ($p > 0,05$) no tempo T2 nas amostras vencidas há um ano. Este resultado pode estar associado à cinética de polimerização do material, devido ao prazo de validade, pois amostras com prazo de validade vencido podem já ter sido curadas sem a ação da luz polarizada, mas apenas devido ao tempo, alterando a cinética de polimerização associada ao GC (UNSAI e KARAMAN, 2022; HASS et al, 2013). Tempos de ativação mais curtos (T1) podem proporcionar um GC mais adequado em resinas compostas vencidas, pois o aumento do tempo de ativação pode promover degradação no material, devido ao prazo de validade já ter expirado, reduzindo o GC (UNSAI e KARAMAN, 2022; HASS et al, 2013; CARVALHO e MANSUR, 2017). Neste estudo, comparando as amostras em diferentes tempos de fotoativação (T1 e T2), observa-se um aumento do GC de aproximadamente 18% no tempo T1 em relação ao T2. Isso porque aumentar o tempo de exposição à luz pode favorecer a cinética de cura, proporcionando maior reticulação e levando a um maior GC. Também devem ser considerados parâmetros como degradação das resinas

compostas, cura já ocorrida antes mesmo da exposição à luz visível, aumento da cadeia linear, dentre outros (CARVALHO e MANSUR, 2017; DARONCH et al, 2006; ANDRZEJEWSKA, 2001).

Segundo a literatura, na cinética de polimerização, o final da reação é constante ou diminuído, enquanto ocorre o equilíbrio da difusão segmentar e translacional das cadeias poliméricas. Porém, quando o GC atinge valores entre 20- a 40%, ocorre um rápido aumento da Reação de Polimerização (Pr), atingindo Pr_{max} devido à auto aceleração. Porém, há evidências de que isso ocorre devido à difusão translacional das cadeias poliméricas, que passam a controlar o processo de terminação, levando a uma diminuição do processo de terminação e da constante de terminação, aumentando a concentração de radicais livres, que proporcionam um aumento da reticulação com conseqüente aumento gradual do GC e acelerando a reação (DARONCH et al, 2006; ANDRZEJEWSKA, 2001).

Na análise da estrutura química das resinas compostas testadas neste estudo, obtida por espectroscopia no infravermelho, foram percebidas bandas relacionadas à formação de uma cadeia alifática linear entre as resinas compostas polimerizadas com maior intensidade quando comparadas à mesma resina composta não polimerizada resinas na faixa de $2.800\text{--}2.900\text{ cm}^{-1}$ ($-\text{CH}_2$) e na faixa de 1.420 cm^{-1} , em relação ao dobramento $-\text{CH}_2$ (figura 2). Porém, tal banda não está presente nas amostras vencidas após 1 ano, que apresentaram apenas bandas na faixa de $1670\text{ a }1580\text{ cm}^{-1}$. Além disso, a banda associada às ligações $\text{C}=\text{C}$, em 1640 cm^{-1} , foi menos intensa em todas as amostras após a polimerização, confirmando também o aumento da cadeia alifática em todas as resinas compostas após o processo de polimerização, o que contribuiu para alterações no GC das amostras, uma vez que valores elevados de GC também estão associados a uma maior quantidade de cadeia linear (UNSAI e KARAMAN, 2022), considerando que o GC é medido em relação à quantidade de monômeros que sofreram transformação em polímeros e não à quantidade de reticulações, que são diretamente associados ao aumento da resistência mecânica (CRAMER, STANSBURY e BOWMAN, 2011) que são muito mais dependentes da formação da rede polimérica do que da própria conversão monomérica (FERRACANE, MOSER e GREENER, 1985).

Estudos de diversas épocas (RUEGGERBERG, CAUGHMAN e CURTIS, 1994; CALHEIROS et al, 2006; VARGAS, COBB e SCHMIT, 1998) relataram a

importância do tempo de exposição durante a fotoativação de incrementos de resina composta. No presente estudo foram utilizados dois intervalos: 40 segundos (T1) e o dobro desse tempo (T2), para garantir a eficiência da polimerização, além de avaliar a influência ou não do aumento do tempo de fotoativação na RC. Tanto para as resinas compostas Z100 quanto para a Brilliant, observou-se que a duplicação do tempo de fotoativação não interferiu na RC ou no GC, contrariando o estudo de Rueggeberg, Caughman e Curtis (1994), que afirmam que o tempo de exposição é um dos fatores mais influentes para maximizar a polimerização do material, contribuindo para a melhoria de suas propriedades mecânicas. Pode-se observar que, por este estudo ser mais antigo, a tecnologia das resinas compostas pode ter sido aprimorada, promovendo melhorias nessas propriedades, o que pode ter contribuído para que não tenham sido encontradas diferenças significativas nas médias da RC. E a ausência de diferenças significativas quanto ao tempo de fotoativação pode ter sido causada pelo fenômeno de difusão translacional das cadeias poliméricas, conforme mencionado acima (DARONCH et al, 2006; ANDRZEJEWSKA, 2001).

Garcia et al (2010), encontraram diferentes valores de GC e observaram menores valores de microdureza em resinas compostas vencidas há 180 dias após o prazo de validade. Os autores atribuíram essas diferenças ao aumento de monômeros residuais. Portanto, além do prazo de validade dos compósitos, também deve ser considerada a influência de outros fatores como os diferentes sistemas de monômeros, concentrações de diluentes, concentrações de iniciadores e o tipo e quantidade de partículas de carga, que podem levar à degradação dos compósitos. do material restaurador (TURSSI, FERRACANE e VOGEL, 2005).

Pesquisas recentes mostraram resultados semelhantes aos encontrados neste estudo (NAGAOKA, BISHOP e ROBERTS, 2020; DALKILIC et al, 2019; SABBAGH et al, 2018). Além desses, outro estudo (AZIZ, 2019) revela bons percentuais de GC mesmo em resinas compostas vencidas com um ano de validade. Tais resultados podem estar relacionados à composição das resinas compostas atuais, e formular a hipótese de uma possível utilização de resinas compostas com prazo de validade vencido, evitando seu descarte e conseqüente desperdício. Contudo, é preciso ter cautela e estudos mais abrangentes são necessários para confirmar os resultados encontrados neste estudo.

Um importante fator que afeta a longevidade e a estabilidade do material restaurador, que pode explicar os resultados deste estudo, diz respeito às condições de armazenamento das embalagens de resina composta e está relacionado à presença do iniciador na composição. Armazenar resinas compostas no escuro e sob refrigeração retarda a decomposição do iniciador e prolonga significativamente sua vida útil (HONDRUM, 1999).

Na clínica, os dentistas são orientados a observar o prazo de validade das resinas (KAZAK et al, 2020), e não mais utilizá-las após o prazo de validade, mesmo que isso não altere suas características de manuseio (NAGAOKA, BISHOP e ROBERTS, 2020). Mas controlando variáveis como as condições de armazenamento da resina composta as embalagens podem minimizar os efeitos deletérios no desempenho clínico do compósito e manter a eficácia por mais tempo.

Devido ao volume de literatura produzida com o objetivo de avaliar as propriedades das resinas compostas vencidas e a possibilidade de sua utilização para alguma finalidade, alguns autores acreditam que os fabricantes deveriam comentar sobre isso e fornecer evidências mais consistentes na tentativa de utilização de resinas compostas aumentando a tolerância de uso após a expiração do seu prazo de validade (NAGAOKA, BISHOP e ROBERTS, 2020).

Essa abordagem pode contribuir para a redução de desperdícios e custos clínicos. Porém, devido às limitações do estudo, são necessárias mais pesquisas que avaliem outras propriedades, como resistência à compressão, dureza superficial, resistência de adesão, entre outras, de diferentes marcas comerciais de resinas compostas, a fim de verificar a possibilidade de utilização de tais resinas compostas por mais tempo.

Conclusões

Os valores de RC e GC das resinas compostas analisadas fora do prazo de validade apresentaram valores de RC e GC compatíveis com aqueles que estavam dentro do prazo de validade. Ao analisar a variável tempo de fotoativação concluiu-se que duplicar esse tempo não alterou o RC nem o GC, podendo-se inferir que é possível um maior tempo de utilização dessas resinas compostas comerciais, após testes mais abrangentes que testem outras propriedades.

Conflito de interesses

Os autores declaram não ter conflito de interesses

Referências

ANDRZEJEWSKA E. Photopolymerization kinetics of multifunctional monomers. *Progress in polymer Science*, v. 26, n. 4, p. 605-65, 2001.

AZIZ AA. Evaluation of mechanical properties of expired and non-expired resin composite. A comparative study. *Egyptian Dental Journal*. v. 65, p. 619-28, 2019.

BORGES BCD, SOUZA-JÚNIOR EJ, CATELAN A, PAULILLO LAMS, AGUIAR FHB. Can extended photoactivation time of resin-based fissure sealer materials improve ultimate tensile strength and decrease water sorption/solubility? *European Journal of Dentistry*, v. 6, n. 4, p. 402-7, 2012.

CALHEIROS FC, KAWANO Y, STANSBURY JW, BRAGA RR. Influence of radiant exposure on contraction stress, degree of conversion and mechanical properties of resin composites. *Dental Materials*, v. 22, n. 9, p. 799-803, 2006.

CARVALHO IC, MANSUR HS. Engineered 3D-scaffolds of photo crosslinked chitosan-gelatin hydrogel hybrids for chronic wound dressings and regeneration. *Materials Science and Engineering: C*, v. 78, p. 690-705, 2017.

CRAMER NB, STANSBURY JW, BOWMAN CN. Recent advances and developments in composite dental restorative materials. *Journal of Dental Research*, v. 90, n. 4, p.402-16, 2011.

DALKILIC EE, DONMEZ N, KAZAK M, DUC B, ASLANTAS A. Microhardness and water solubility of expired and non-expired shelf-life composites. *The International Journal of Artificial Organs*, v. 42, n. 1, p. 25-30, 2019..

DARONCH M, RUEGGERBERG FA, DE GOES MF, GIUDICI R. Polymerization kinetics of pre-heated composite. *Journal of Dental Research*, v. 85, n. 1, p. 38-43, 2006.

DARONCH M, RUEGGERBERG FA, DE GOES MF. Monomer conversion of pre-heated composites. *Journal of Dental Research*, v. 84, n. 7, p. 663-7, 2005.

FERRACANE JL, GREENER EH. Fourier transform infrared analysis of degree of polymerization in unfilled resins--methods comparison. *Journal of Dental Research*, v. 63, n. 8, p. 1093-5, 1984.

FERRACANE JL, MITCHEM JC, CONDON JR, TODD R. Wear and marginal breakdown of composites with various degrees of cure. *Journal of Dental Research*, v. 76, n. 8, p. 1508-16, 1997.

FERRACANE JL, MOSER JB, GREENER EH. Ultraviolet light-induced yellowing of dental restorative resins. *Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 54, n. 4 p. 483-7, 1985

FERRACANE JL. Current trends in dental composites. *Critical Reviews in Oral*

Biology & Medicine, v. 6, n. 4, p. 302-18, 1995.

GARCIA LFR, ROSELINO LMR, PIRES-DE-SOUZA FCP, CONSANI S. Evaluation of the conversion degree, microhardness, and surface roughness of composite resins used after their expiration date. *General Dentistry*, v. 58, n. 6, p. 262-7, 2010.

HASS V, DOBROVOLSKI M, ZANDER-GRANDE C, MARTINS GC, GORDILLO LAA, ACCORINTE MLR, et al. Correlation between degree of conversion, resin– dentin bond strength and nanoleakage of simplified etch-and-rinse adhesives. *Dental Materials*, v. 29, n. 9, p. 921-8, 2013.

HONDRUM SO. Storage stability of dental luting agents. *The Journal of prosthetic dentistry*, v. 81, p. 464-8, 1999.

KAZAK M, DONMEZ N, BAHADORI F, YENIGUN VB, KOCYIGIT A. A Preliminary Research Study on the Cytotoxicity of Expired and Non-expired Composite Resins: In Vitro Study. *Odovtos-International Journal of Dental Sciences*, v. 22, n. 3, p. 123-34, 2020.

NAGAOKA H, BISHOP S, ROBERTS H. Flexural Performance of Direct Resin Composite Restorative Materials Past Expiration Date. *European Journal of Dentistry*, v. 14, n. 2, p. 217-23, 2020.

NAYIF MM, NAKAJIMA M, FOXTON RM, TAGAMI J. Effect of light irradiation time on the mechanical properties of two flowable composites with different initiation systems in bonded and unbonded cavities. *Dental Materials Journal*. 2007;26:687–93.

PARYAG AA, RAFEEL RN, MANKEE MS, LOWE J. Exploring the versatility of gingiva-colored composite. *Clinical, cosmetic and investigational dentistry*, v. 8, p. 63-9, 2016.

RICCI WA, FAHL N Jr. Nature-mimicking layering with composite resins through a bio-inspired analysis: 25 years of the polychromatic technique. *J Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 35, n. 1, p. 7-18, 2023.

ROBINSON FG, RUEGGERBERG FA, LOCKWOOD PE. Thermal stability of direct dental esthetic restorative materials at elevated temperature. *Journal of forensic sciences*, v. 43, n. 6, p. 1163-7, 1998.

RUEGGERBERG FA, CAUGHMAN WF, CURTIS JW. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Operative Dentistry*, v. 19, n. 1, p. 26-32, 1994.

SABBAGH J, NABOUT F, JABBOUR E, LELOUP G. The Effect of Expiration Date on Mechanical Properties of Resin Composites. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, v. 8, n. 2, p. 99-103, 2018.

SANTOS PA, DIBB RGP, CORONA SAM, CATIRSE ABE, GARCIA PPNS. Influence of fluoride-containing solutions on the translucency of flowable composite resins. *Journal of materials Science*, v. 38, n. 18, p. 3765-8, 2003.

TSUZUKI FM, CASTRO-HOSHINO LV, LOPES LC, SATO F, BAESSO ML, TERADA RS. Evaluation of the influence of light-curing units on the degree of conversion in depth of a bulk-fill resin. *Journal of Clinical and Experimental*

Dentistry, v. 12, n. 12, p. e1117-e23, 2020.

TURSSI CP, FERRACANE JL, VOGEL K. Filler features and their effects on wear and degree of conversion of particulate dental resin composites. *Biomaterials*, v. 26, n. 24, p. 4932-7, 2005.

UNSAI KA, KARAMAN E. Effect of Additional Light Curing on Colour Stability of Composite Resins. *International Dental Journal*, v. 72, n. 3, p. 346-352, 2022.

VARGAS MA, COBB DS, SCHMIT JL. Polymerization of composite resins: argon laser vs conventional light. *Operative Dentistry*, v. 23, n. 2, p. 87-93, 1998.

WANG X, HUYANG G, PALAGUMMI SV, LIU X, SKRTIC D, BEAUCHAMP C, BOWEN R, SUN J. High performance dental resin composites with hydrolytically stable monomers. *Dental Materials*, v. 34, n. 2, p. 228-37, 2018.

YOSHIDA Y, SHIRAI K, NAKAYAMA Y, ITOTH M, OKANAKI M, SHINTANI H, et al. Improved filler-matrix coupling in resin composites. *Journal of Dental Research*, v. 81, p. 270-3, 2002.

Processo de Avaliação por Pares: (*Blind Review* - Análise do Texto Anônimo)

Revista Científica Vozes dos Vales - UFVJM - Minas Gerais - Brasil

www.ufvjm.edu.br/vozes

QUALIS/CAPES - LATINDEX: 22524

ISSN: 2238-6424